

## 河川植生の水平・鉛直分布と河道特性に関する調査解析

Study on Relation between Horizontal-Vertical Distribution of Vegetation  
and Channel Hydraulic Characteristics in Rivers.

砂田憲吾\*・岩本 尚\*\*・松崎 実\*\*\*

By Kengo SUNADA and Hisashi IWAMOTO and Minoru MATSUZAKI

It is needed to get fundamental information about vegetation in rivers for developing a future river plan from view points of environment. The authors attempt to understand the relation between horizontal-vertical distribution of vegetation and channel hydraulic characteristics in rivers by using the result of the detail field survey in the Fuji River. At first, area of horizontal distributions of 21 kinds of vegetaion are compared with 5 major hydraulic parameters in 1km length each along the river. In the next, relative height of each vegetation from the standardized water level is also compared with size of vegetated area at each 1km, then some interesting results are represented.

Keywords: river environment, vegetation in river, hydraulic characteristics

### 1. はじめに

河川区域内の植生は流況に直接関与しながら、その一方で多様な生物に棲息場を提供するなど河川環境の基本的な条件を構成している。その河川植生を将来とも河川の重要な河道要素・環境条件と認識し、中長期的な河川植生の存在状態を出水規模や頻度および河道特性との関係で予測し評価する方法を確立する必要がある。本研究では、河道特性がどのように植生域の消長に関与してくるのかを明らかにするため、富士川水系の上流部である釜無川とその支川である笛吹川を対象として、植生分布と河道特性との関係を見いだすことを目的とした。筆者らは先に航空写真を用いて植生域全体分布状況の解析を行っている<sup>1)</sup>。本研究では、平成3年に行われた詳細な植物調査による富士川現存植生図から植生分布を計測し、河道特性との関係を調べた。更に、植生分布を横断面図へ展開し鉛直分布と植生地面の河川水面との比高による解析も行った。



写真-1 釜無川

- 
- \* 正会員 工博 山梨大学助教授 工学部土木環境工学科  
(〒400 甲府市武田 4-3-11)
- \*\* 学生員 山梨大学大学院 工学研究科土木工学専攻  
(〒400 甲府市武田 4-3-11)
- \*\*\* 正会員 建設省甲府工事事務所  
(〒400 甲府市緑が丘 1-10-1)

2. 植生平面分布と平均河道特性

2. 1 植生別面積と河道特性を表す無次元量

調査対象区間として富士川上流部本川25kmと支川  
笛吹川の26kmを設定した。図-1に示すような富士  
川現存植生図から1km区間内の植生別面積（ $A_i$ ）、  
および合計面積（ $\Sigma A_i$ ）を計測する。 $i$ に関しては  
植生別に21種類に分類されている。例えば、後述  
において $A_9$ と示したものは低層湿原草本群落の面  
積のことである。河道特性に関しては次元解析によ  
り、次の無次元量が得られる。

$$\phi\left(\frac{B}{H}, \frac{d}{H}, Fr, Re, \tau_*\right)=0 \quad \cdots(1)$$

ここに、 $B$ ：河幅、 $H$ ：水深、 $d$ ：河床材料代表粒  
径、 $Fr$ ：フルード数、 $Re$ ：レイノルズ数、 $\tau_*$ ：無次元掃流力である。ここでは、まずは簡潔な指標の  
基準として河道横断面を長方形断面と仮定し、計画高水量に対する不等流計算で得られている $B$ 、 $H$ 、 $Fr$   
などを用いる。これらのうち、砂州の形態にかかわる $B/H$ 、流砂量に関する $\tau_*$ 、流況を知るための $Fr$   
および河道の湾曲効果による低水河道の固定を考慮して次式で $r$ を定義して考慮する。

$$r=\frac{l}{\theta} \quad \cdots(2)$$

ここに、 $r$ ：曲率半径、 $\theta$ ：河道中心線の曲がり角度、 $l$ ：対象区間（1km）から求めた曲率（ $1/r$ ）を  
用いる<sup>2,3)</sup>。釜無川、笛吹川における植生別面積（ $A_i$ ） 上記河道特性を表す無次元量との関係の例を示せ  
ば、図-2(a)(b)、図-3(a)(b)のようになる。

図-2(a)は荒地地草本植物群落 $\tau_*$ の増加とともに減少しており、流砂に伴う河床変動に直接影響を受  
けていることがわかる。図-2(b)は川辺樹林が $1/r$ の減少に伴って領域が拡大している。すなわち、曲  
がりが大きいと固定的な砂州が形成されやすく、樹林に至りやすいことを示している。図-3(a)からは、  
つる性植物群落が中・下流域の $B/H$ が3.0～5.5の範囲で繁茂している様子が理解される。図-3(b)で、  
低層湿原草本群落にはツルヨシ、ヨシ、オギの3つの植生が含まれ、上流域でツルヨシ、中流域でオギ、下  
流域でヨシが $Fr$ の減少に対応する形で繁茂していることがグラフと現地の調査から分かった。

これら全体について関係の有無をまとめると、表-1、2のようになる。表から $i=3$ （川辺樹林）、9  
（低層湿原草本群落）、12（チガヤ群落）、14（つる性植物群落）、15（路傍草本植物群落）、17（荒地地  
草本植物群落）、21（裸地）の関係が表れ、植種によって影響の受ける無次元量が異なる。しかしながら、

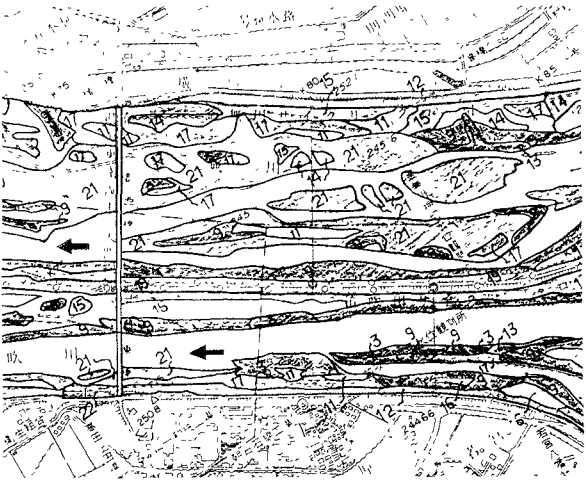


図-1 富士川現存植生図

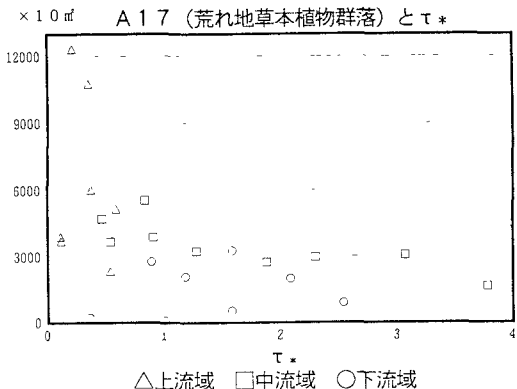


図-2(a) 釜無川での $A_{17}$ と $\tau_*$

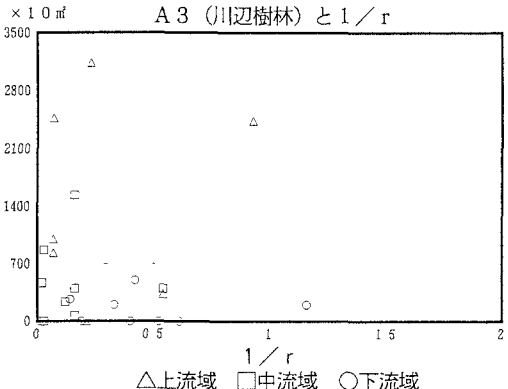


図-2(b) 釜無川での $A_3$ と $1/r$

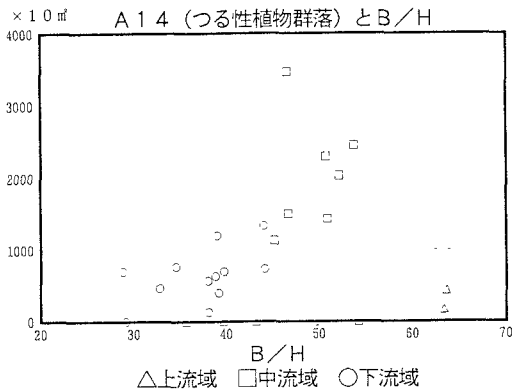


図-3(a) 笛吹川でのA<sub>14</sub>とB/H

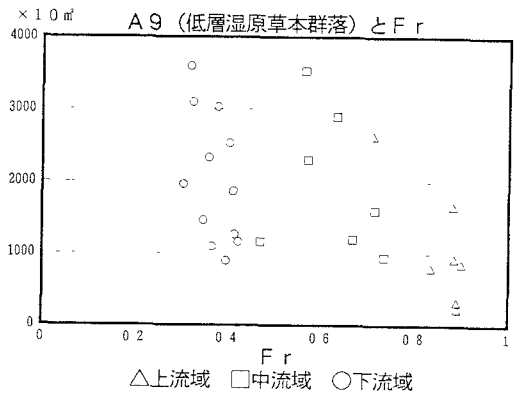


図-3(b) 笛吹川でのA<sub>9</sub>とFr

表-1 釜無川のA<sub>1</sub>と無次元量

| A <sub>1</sub> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Fr             | x | x | ○ | / | x | x | / | x | △ | x  | x  | △  | x  | x  | △  | x  | ○  | x  | x  | x  | △  |
| B/H            | x | △ | ○ | / | x | x | / | x | △ | x  | x  | ○  | x  | x  | x  | x  | ⊙  | x  | x  | x  | ○  |
| τ <sub>*</sub> | x | x | △ | / | x | x | / | x | △ | x  | x  | ○  | x  | x  | x  | x  | ⊙  | x  | x  | x  | △  |
| l/r            | x | x | △ | / | x | x | / | x | △ | x  | △  | x  | △  | △  | △  | △  | ○  | △  | x  | x  | x  |

表-2 笛吹川のA<sub>1</sub>と無次元量

| A <sub>1</sub> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Fr             | / | / | △ | x | / | / | / | / | △ | /  | x  | x  | x  | x  | ○  | △  | x  | △  | x  | x  | ○  |
| B/H            | / | / | △ | x | / | / | / | / | x | /  | x  | x  | x  | ⊙  | △  | x  | x  | x  | x  | x  | ○  |
| τ*             | / | / | x | x | / | / | / | / | △ | /  | x  | x  | x  | △  | x  | x  | x  | △  | x  | x  | ⊙  |
| l/r            | / | / | x | x | / | / | / | / | x | /  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | △  |

- ⊙・・・かなり関係あり
- ・・・関係あり
- △・・・はっきりしないが関係ありそう
- ×・・・無関係

両河川を比較すると、特徴的な関係が2つの河川で異なっており、植生の繁茂がここで抽出された河道特性のみで一元的に評価し得ないことを表している。

さらに、植生別面積の総和である合計植生面積域(ΣA<sub>1</sub>)と無次元量(τ\*~B/H)との関係を調べた。その結果B/Hが小さくなると砂州の波高の増加で流路が安定し植生の繁茂機会が多くなり、τ\*が小さくなると流砂量が少なくなるために現存植生域が多くなることが知れた。

## 2.2 大規模洪水と中規模洪水での植生への影響

富士川水系計画高水量配分の流量を大規模洪水、その半分の流量を中規模洪水とし、それぞれ無次元量を求め植生別面積(A<sub>1</sub>)との関係を調べた。例として、釜無川におけるA<sub>14</sub>(つる性植物群落)の面積とこれら2段階の洪水規模に対応するB/Hとの関係の場合を示せば図-4(a)(b)のようになる。2つのグラフを比較すると、図-4(b)の方が両者の関係がより明瞭に表れるようになることがわかる。

これは、例えば比高の高い場所の植生は中規模洪水になると関係が表れにくくなり、比高の低い場所の植生は中規模洪水になると関係がはっきり表れてくることなどに対応するものと推察される。このことは、洪水規模と植生地比高と植生の繁茂の間の関係を調べる必要があることを示すと考えられる。

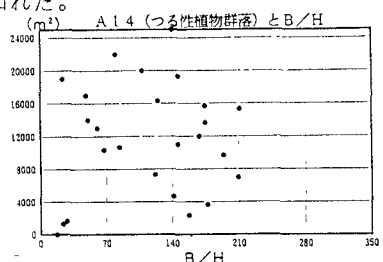


図-4(a) A<sub>14</sub>と大規模洪水でのB/H(釜無川)

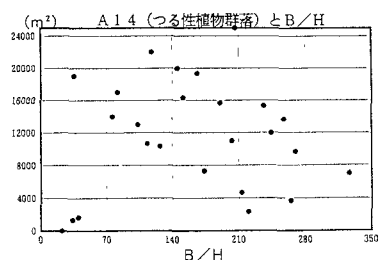


図-4(b) A<sub>14</sub>と中規模洪水でのB/H(釜無川)

### 3. 植生鉛直分布と水位・植生地比高

#### 3.1 方法

前述の結果から、植生の平面的分布特性にさらに河川水位と植生地比高を考慮する必要があることが分かった。このため、同様の検討区間内の地点（釜無川でK0～K250区間の25点、笛吹川でF0～F260区間の26点）に着目して、植生別面積（ $A_i$ ）と水位・比高（ $H$ ）との関係を以下のようにして解析した。（図－5）

植生別面積（ $A_i$ ）は、各1km地点における上流・下流域100m範囲の面積を富士川現存植生図から新たに計測する。（図－6）

水位・比高（ $H$ ）は、各地点における横断面方向の植生分布状態を富士川現存植生図から読みとり、また、富士川水理資料（水位編）（平成3年）より決定された水位を横断面図（平成3年）に展開する。展開された図を用いて、水位面から分布している植生までの2種類の高さ（水位面から分布している植生までの位置が最も高い： $H_H$ 、最も低い： $H_L$ ）を判読する。

#### 3.2 水位の推定

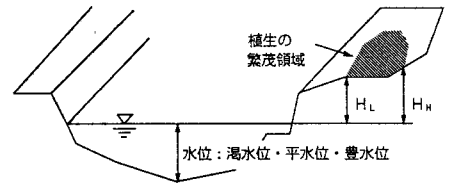
水位データは、検討区間内の平成3年度水位観測所（釜無川：船山橋 清水端、笛吹川：石和 桃林橋）データを用い、このデータから渴水位、平水位、豊水位を読みとる。それらの水位を観測所付近の横断面図に展開し、釜無川、笛吹川それぞれ2地点で横断面図に描かれた水位面からの差を求める。求められた水位差の平均値を検討した全断面に適用し、渴水位、平水位、豊水位の水位を推定した。

#### 3.3 考察

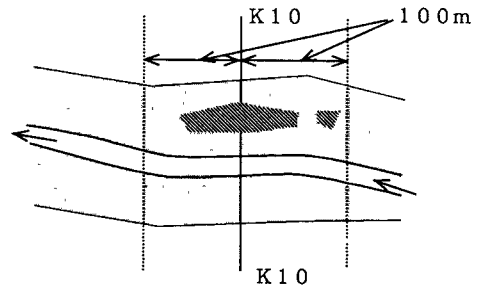
今回、渴水位、平水位、豊水位と3種類の水位を考慮して水位・比高と植生の鉛直分布について調べたが、以下の図、考察においては渴水位での解析結果に基づいて検討する。

図－7(a)(b)の $A_3$ （川辺樹林）は、両河川とも川辺付近で分布していることがわかる。しかし、釜無川では高低差の範囲が狭く、笛吹川では広く植生が分布している。このことは、堤内地盤より河床の低い笛吹川では地下水位の位置が比較的高いため広範囲に分布しても根から水分を吸収し易いが、天井川の状況を示す釜無川では地下水位の位置が低くなるため、生育可能な限定的な範囲でしか分布せざるをえないことを示す。図－8の $A_1$ （耕作地・休耕地等草本植物群落）は自然の植生ではなく $H_L$ が5m付近に集中して分布している。しかし、釜無川ではこうした結果が得られなかった。これは流路変化の少ない笛吹川では安定した土地利用ができることを示す。また、この高さが笛吹川の河岸での耕作に適した高さと考えられる。図－9の $A_4$ （低層湿原草本群落）は、ツルヨシが川辺近くの狭い範囲で分布し、オギ、ヨシは $H_L$ が0から5mの範囲での広い分布を示している。このことは、根のタイプで分けて考えるとオギ、ヨシのような地下茎タイプのものは高低差の範囲が広くても、地下から水を供給し易いが、ツルヨシのような出走枝タイプのものは、地下からの水の供給ができないと考えられ、また川の流れの近傍で繁茂する特徴があるために河原付近で高低差の狭い範囲の分布となる。このことは従来の研究の結果<sup>5)</sup>と符合する。図－10(a)(b)の $A_{12}$ （チガヤ群落）は両河川とも高低差が広い範囲で分布している。両河川の河床高の堤内地盤との相対的な位置など考慮にいったとき、チガヤ群落は水位の高・低に関わらず繁茂し河岸のいたるところで繁茂することがわかる。

図－11の $A_{14}$ （つる性植物群落）は比高の範囲が0～5m程度に集中し、水辺近くになると繁茂する範囲が狭く5m付近のものは広く存在している。その中間的位置で植生の面積は大きくなっている。このことからこの植物が水に敏感で多すぎても、少なすぎても繁茂することができずこの植生の明瞭な最適比高があると



図－5 植生地高～河川水位



図－6  $A_i$ の測定

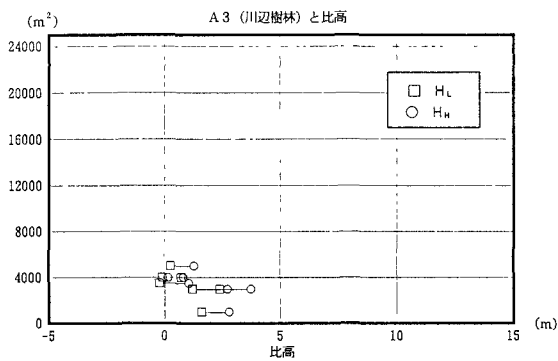


図-7(a) 釜無川での  $A_3$  と比高

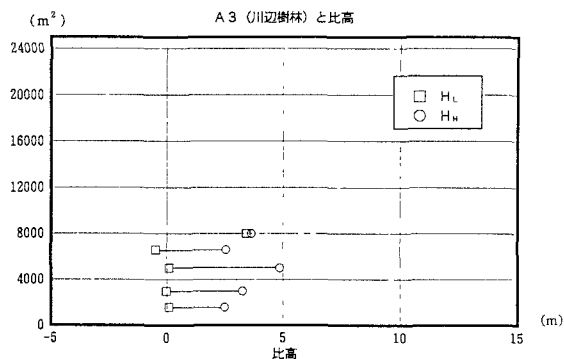


図-7(b) 笛吹川での  $A_3$  と比高

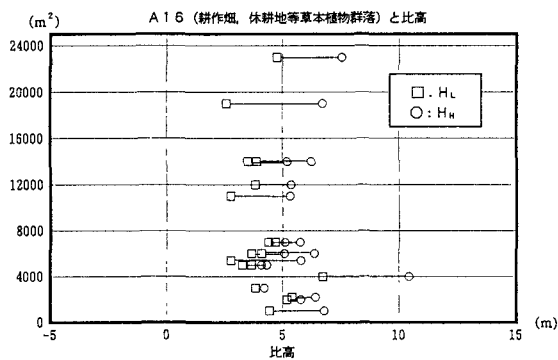


図-8 笛吹川での  $A_{16}$  と比高

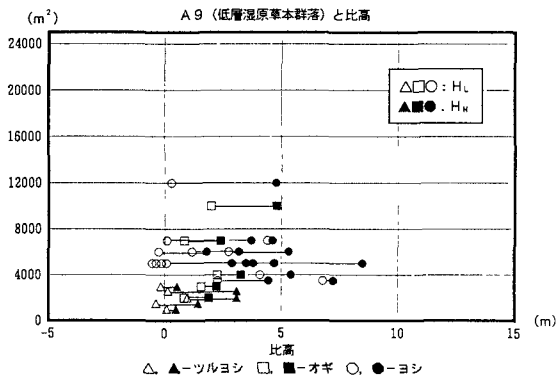


図-9 笛吹川での ツルヨシ・オギ・ヨシ と比高

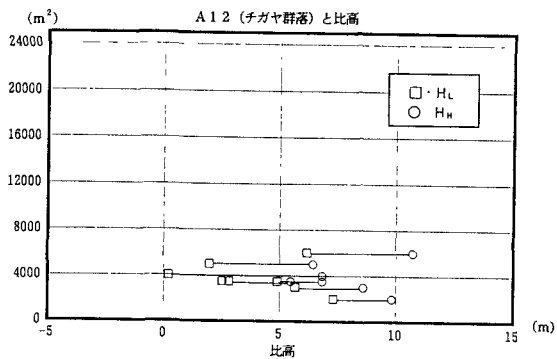


図-10(a) 釜無川での  $A_{12}$  と比高

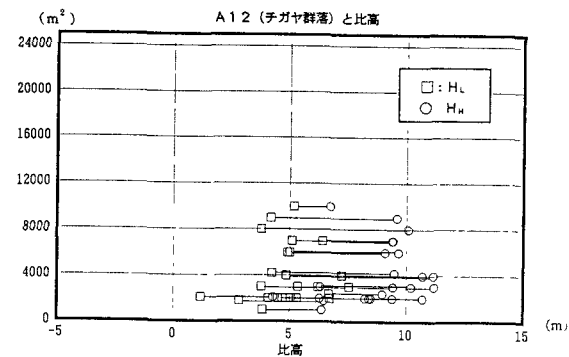


図-10(b) 笛吹川での  $A_{12}$  と比高

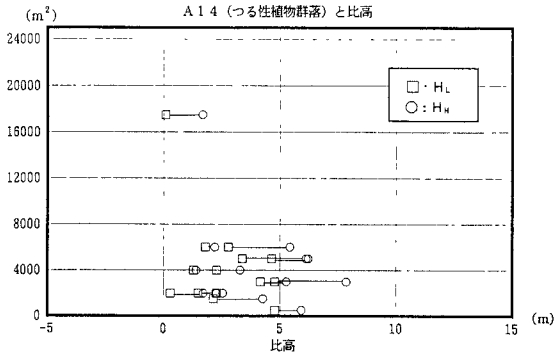


図-1 1 釜無川でのA<sub>14</sub>と比高

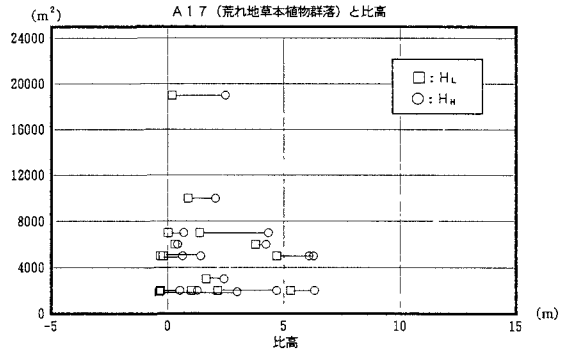


図-1 2 笛吹川でのA<sub>17</sub>と比高

考えられる。図-1 2のA<sub>17</sub>（荒地地草本植物群落）はA<sub>14</sub>同様に水辺周辺で繁茂する範囲は狭く、水辺から離れると広く存在し、その中間の高さで面積は最大となる。このことからこの植生にも最適な比高があり得るものと推測される。

#### 4. おわりに

以上の検討による主な結果は、河川植生の分布と水理特性を表す無次元パラメータの間には、植種によって異なった関係を示すことであり、植生地比高と水位の間には限定的ながら以下の関係がある。

まず、川辺樹林は釜無川で高低差の狭い分布、笛吹川で広い分布を示す。これは地下水位の高さに依存している。耕作地・休耕地等草本植物群落は流路変化の少ない笛吹川でH<sub>L</sub>が5m付近に分布する。ツルヨシ・オギ・ヨシはツルヨシが川辺付近で狭い分布を示し、オギ・ヨシは広い分布を示す。これは根のタイプの違いによるもの、ツルヨシの特徴の表れた結果と考えられる。チガヤ群落は高低差が広い分布を示し、水位に影響の受けない植生である。つる性植物群落や荒地地草本植物群落は水に敏感な植生であり、それぞれに最適な比高を持つ。以上のように、対象とした河川での植生は、鉛直な分布として水位・比高と密接な関係を持ちながら住み分けをしている。

今後は、植生の鉛直分布と河道水理特性を表す無次元量との総合的な関係について調べていきたい。

〔謝辞〕本研究の一部は（財）河川環境管理財団・平成6年度、7年度河川整備基金の助成を受けて行われたことを付記し深く感謝致します。

#### 〔参考文献〕

- 1) 久下 敦・砂田憲吾：河川植生の繁茂機会と河道特性に関する基礎的研究、土木学会年講，No39，pp.206-207，1994.
- 2) 砂田憲吾：釜無川（富士川）における一洪水による河床変動、土木学会論文集，No363/II-4，pp.235-243，1985.
- 3) 砂田憲吾・桜林 良：富士川上流部の河道・水理特性について、土木学会関東支部発表会概要集，No14，pp.88-89，1987.
- 4) 辻本哲郎：扇状地河川の川原の植物群落と河道特性―手取川における調査、水工学論文集，Vol.37，pp.207-214，1993.
- 5) （財）河川環境管理財団・河川環境総合研究所：河川の植生と河道特性，pp.11-41，1995.
- 6) 長田武正：原色野草観察・検索図鑑、保育社，1981.